

IV-92

8000系振子車両の乗心地及び発生横圧に関する一考察

四国旅客鉄道 正会員 長戸 正二  
 四国旅客鉄道 正会員 南 勝利  
 鉄道総合技術研究所 小倉 英章

1. はじめに

都市間の到達時分を短縮するために在来線においても速度向上が盛んであるが、山岳部が多く平地が少ないという日本の特情を考慮した場合、曲線区間での速度向上が到達時分短縮のキーポイントとなる。そこで曲線通過速度をより一層向上するための方策である振子車両の導入が進められている。JR四国では、平成元年度より2000系振子気動車を導入し、急曲線の介在する線区での速度向上を図ってきたが、この度、予讃線高松～松山間の電化完成に伴い新たに8000系振子電車が導入された。ここでは、8000系の曲線速度向上試験結果を用いて、円曲線部での8000系振子車両の発生横圧の特性と振子条件別の乗心地の差異について検討した結果について述べる。

2. 試験曲線及びデータ整理方法

表1 試験曲線諸元

曲線半径	カブ	カント	レール種別	締結装置
300	右	105	50N	6号9形
400	右	100	50N	6号9形
600	右	94	50N	6号9形
800	右	73	50N	F形
1000	左	60	50N	F形
1200	左	45	50N	F形

表2 振子車両の車両諸元等

形式	381系	2000系	8000系
種別	電車	気動車	電車
重量	36t	40t	34t
最高速度	120km/h	120km/h	130km/h
曲線通過速度等	本則+20 Cd=110mm	R≥600 本則+30 600>R≥400 本則+25 400>R≥200 本則+20 Cd=110mm	R≥600 本則+35 600>R≥400 本則+30 400>R 本則+25 Cd=130mm

8000系振子電車による速度向上試験時の各試験曲線の軌道構造条件等を整理して表1に示す。表1に示した各試験曲線について輪重・横圧、上下動・左右動、通り狂いの関係解析を行った。特に発生横

圧については、車輪重・横圧データをもとに文献1で示した方法により円曲線部の発生横圧の定常分と変動分を把握した。なお、参考として振子車両の車両諸元及び8000系の曲線通過速度（目標）等を表2に示す。

3. 振子条件別の乗心地の差異

振子車両の導入の目的は、車体傾斜装置により乗客が感じる左右動定常分を減じ、大きなカント不足量まで許容して曲線通過速度を大幅に向上させることにある。そこで、振子条件別の乗心地の差異を見るために、表1の半径600mの試験曲線について曲線通過時の実速度が同程度の試番のデータを選び外軌側通り狂い波形（10m弦、20m弦）と車体左右加速度（抑止・自然・制御）とを対応させた例を図1に示す。振子抑止の状態では、外軌側の通り狂いによって車両が加振されている状況が顕著に見られるが、自然及び制御振子の状態では車体傾斜による左右動定常分の軽減効果が見られ、振子抑止と比較して定常分で半分以下になっている。また、円曲線中を走

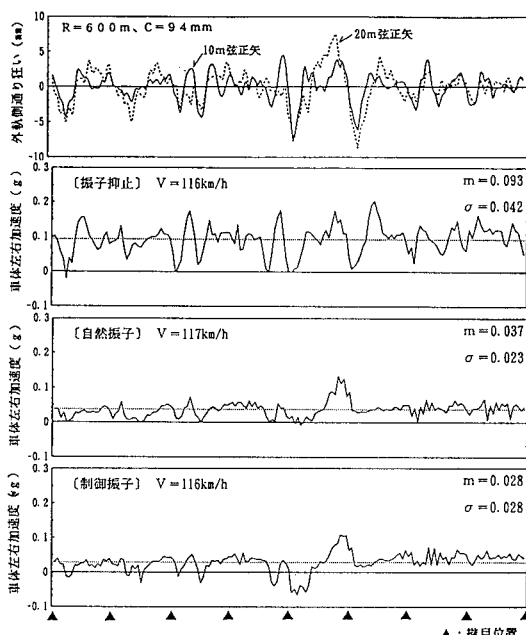


図1 外軌側通り狂いと車体左右加速度の対応例

行する場合には自然振子と制御振子で乗心地の差異が殆どない。

#### 4. 8000系振子電車の発生横圧の特性

##### (1) 振子条件別の発生横圧の比較

振子条件(制御・自然・抑止)毎の内外軌の平均横圧(定常分)と速度との関係を図2に、外軌側通り狂いによる横圧の変動分を表す指標である外軌側横圧の標準偏差と速度との関係を図3に示す。これらにより、円曲線中の発生横圧の定常分と変動分の振子3条件の違いによる差異は殆どないことがわかる。前章では振子と非振子による乗心地の差異が確認されたが、発生横圧については振子と非振子の差異はないことがわかる。

##### (2) 急激な通り狂いに関する検討

振子車両のように大きなカント不足の状態では曲線中を走行する場合には、超過遠心力の増加に伴う車体の慣性力による横圧は大きくなり、一方で車体の軽量化が進んでいるため、急激な通り狂いに関する検討が必要である。急激な通り狂いの限度値は図4に示した第1限度<sup>2)</sup>の式を用いることとし、具体的には以下のように整理を行った。まず、各試験曲線の制御振子の輪重・横圧データをもとに、各測定波形毎の実測データのうちの内外軌の輪重を図4中の式の $P_o$ 、 $P_i$ にそれぞれ代入し、各測定波形毎に限度値( $Q_{lim}$ )を求めた。次に、求めた同じ位置における輪軸横圧( $Q_o - Q_i$ )を差し引いたものを $\Delta Q$ とし、 $\Delta Q$ の平均値( $m$ )及び標準偏差( $\sigma$ )を求めた。各曲線毎・試番毎に求めた $m - 3\sigma$ と速度との関係を整理した図4によれば、各曲線ともに速度の増加(カント不足量の増加)に伴い、限度値に近づいていくことがわかる。特に急曲線(R300、R400)では、その傾向が顕著である。

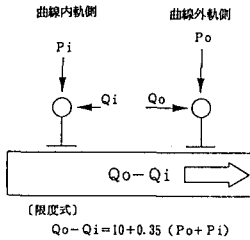


図4 急激な通り狂いに関する検討結果(制御振子)

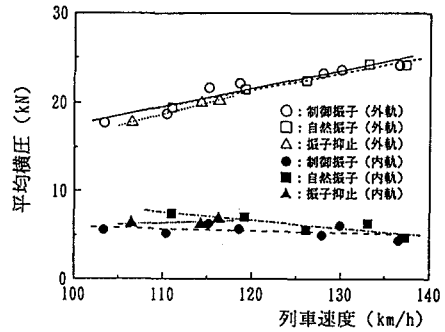


図2 内外軌の平均横圧と速度との関係

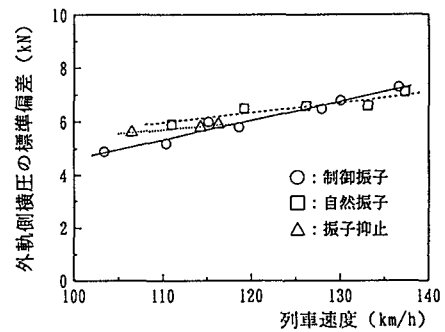
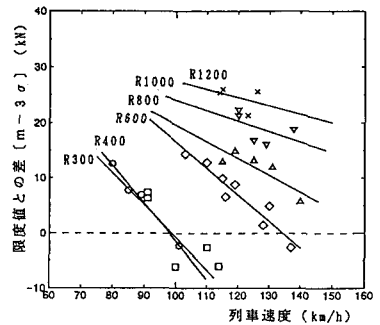


図3 外軌側横圧標準偏差と速度との関係



#### 5. まとめ

8000系振子車両の速度向上試験結果から、円曲線通過中の車体左右振動加速度は同一速度の場合振子抑止の状態に比べ自然・制御振子の状態の方がかなり小さくなる傾向にあり、振子車両の導入に伴う良好な乗心地の確保の見通しが得られた。しかし、振子車両が急曲線部を高速(大きなカント不足量)で走行する場合には発生横圧の振子条件別の差異は殆どなく、超過遠心力を主体とした横圧が増加するため、軌道側への負担(レール側摩耗、通り狂い進み等)は大きくなることが予想される。従って、8000系投入後の経過を注視してレール摩耗量や狂い進み量の変化に対する検討を行うべきと考える。

〔参考文献〕

- 1) 内田、吉田：曲線通過時の車上データを用いた発生横圧の推定方法、第45回年次学術講演会、1990.9
- 2) 宮本、渡邊：線路、山海堂、1980.7